

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
[P C T 18条、P C T 規則43、44]

出願人又は代理人 00- の書類記号 F-004 P C T	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(P C T / I S A / 2 2 0) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 P C T / J P 00 / 0 2 7 7 6	国際出願日 (日.月.年) 27.04.00	優先日 (日.月.年)
出願人(氏名又は名称) 株式会社前川製作所		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(P C T 18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。
 この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。
 この国際出願に含まれる書面による配列表
 この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表
 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。
 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は 出願人が提出したものと承認する。

次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は 出願人が提出したものと承認する。

第III欄に示されているように、法施行規則第47条(P C T 規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、
第 1 図とする。 出願人が示したとおりである。

なし

出願人は図を示さなかった。

本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年11月8日 (08.11.2001)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/84059 A1

(51) 国際特許分類⁷:

F24F 13/02, 9/00

(72) 発明者; および

(21) 国際出願番号:

PCT/JP00/02776

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 橋立昭武
(HASHITATE, Akitake) [JP/JP]; 〒228-0025 神奈川県
座間市四ツ谷611-3 Kanagawa (JP).

(22) 国際出願日:

2000年4月27日 (27.04.2000)

(74) 代理人: 弁理士 西澤利夫(NISHIZAWA, Toshio); 〒
150-0042 東京都渋谷区宇田川町37-10 麻仁ビル6階
Tokyo (JP).

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(81) 指定国(国内): CA, US.

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社
前川製作所 (MAYEKAWA MFG. CO., LTD.) [JP/JP];
〒135-8482 東京都江東区牡丹2丁目13番1号 Tokyo
(JP).

(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

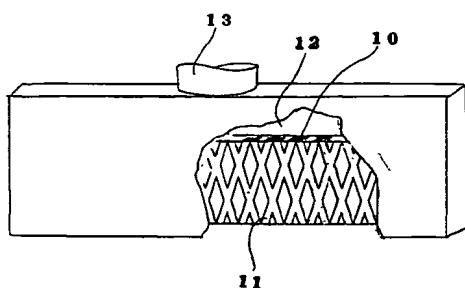
(71) 出願人および

(72) 発明者: 堀井清之 (HORII, Kiyoshi) [JP/JP]; 〒153-0051
東京都目黒区上目黒5丁目8番15-501 Tokyo (JP).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイドスノート」を参照。

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR STABILIZING SLIT FLUID JET

(54) 発明の名称: スリット流体噴流の安定方法とその装置



(57) Abstract: A method and device for forming a fluid film stably over a long distance from a nozzle without breaking a slit fluid jet by allowing fluid flow out from a slit to form a slit fluid jet, superimposing a crossed flow causing a flip-flop phenomenon upon the slit fluid jet, and making the energy of the variable speed component of the slit fluid jet be absorbed into the vibration component of a flip-flop crossed flow so as to form a stable fluid film.

(57) 要約:

スリット口から流体を流出させてスリット流体噴流を形成し、このスリット流体噴流にフリップフロップ現象の伴う交差流を重畠し、そのスリット流体噴流の変動速度成分エネルギーをフリップフロップ交差流の振動成分に吸収させ安定した流体膜を形成することにより、噴出口からスリット流体噴流が破断することなく、長距離にわたって安定した流体膜を形成させる方法とその装置を提供する。

WO 01/84059 A1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

明細書

スリット流体噴流の安定方法とその装置

技術分野

この出願の発明は、スリット流体噴流の安定方法とその装置に関するものである。さらに詳しくは、この出願の発明は、制御空間への外界からの流体・固体の進入防止、あるいは制御空間からの流体・固体の流出防止に特に有用であるスリット流体噴流の安定方法とその装置に関するものである。

背景技術

従来より、建築構造物や機械装置などの一定の制御空間においては、制御空間への外界からの流体・固体の進入を防止するために、あるいは、制御空間からの流体・固体の流出を防止するための手段としてスリット流体噴流が用いられている。

例えば、一般的な建築構造物においては、その出入口に、スリット流体噴流の一種であるエアーカーテンを噴出させ、制御空間と外気との遮断を行い、冷暖房効率を上げることに成功している。

また、冷凍食品の加工装置においては、その加工部の周囲から、エアーカーテンを噴出させ、食品の低温保存のための冷風空間の形成を行っている。

さらに、工作機械においては、その加工部の周囲から、

液状カーテンやシャフーカーテンを噴出させ、加工空間からの切削屑等の飛散や流出を防止している。そして、このようなエアーカーテン、液状カーテンおよびシャワーカーテンなどのスリット流体噴流は、一対の平滑な平面あるいは曲面を用いた装置、または、ノズルを並べた装置から、流体を噴出させることにより、形成している。

しかしながら、このような従来のスリット流体噴流は、制御空間の形成に大きな貢献をしているものの、大きな制御空間を効率的に形成するには、未だ多くの問題点が存在する。

すなわち、このようなスリット流体噴流により、大きな制御空間を形成するには、そのスリット流体噴流の流速を上げる必要があるが、一般的に流体の速度を上げると、流体内部の不安定性は増加してしまい、スリット流体噴流の膜状流体が破断しやすくなるという問題がある。

このスリット流体噴流の流体膜の破断容易性は、流体の持っている乱れ成分（変動速度成分）に起因する。この乱れ成分は、スリット内壁の剪断層の剥離、剥離渦、および、スリット出口の空気巻き込み現象等を提起し、スリット流体噴流の流体膜厚を不均一にし、結果として、その流体膜は僅かな外乱により破断してしまう。

そこで、ひとつの対策として、スリット流体噴流の流速を低下させ、流体内部の安定化を図ることが考えられるが、流速を遅くすると流体膜は、僅かな外乱でも破断してしまう。

またさらに、このような流体膜の破断容易性は、スリッ

ト孔からの距離が長いほど、深刻な問題となる。すなわち、スリット流体噴流は、スリット孔からの距離が遠くなると、その厚さが極端に薄くなり、非常に僅かな外乱でも容易に壊れてしまう。

このような流体膜の破断容易性の問題に対処するためには、現在においては一般的に、スリット流体噴流の流体膜を厚くしているが、これはスリット流体噴流の流量を増加させることであり、結果的にランニングコストを引き上げる要因となっている。

そこでこの出願の発明は、以上の通りの従来技術の欠点を鑑みてなされたものであり、噴出口からスリット流体噴流が破断することなく、長距離にわたって安定した流体膜を形成させることを可能とするスリット流体噴流の安定方法とその装置を提供することを課題としている。

発明の開示

この出願の発明は、上記の課題を解決するものとして、第1には、スリット流体噴流の片方の表面あるいは両面に、フリップフロップ現象を伴う流体噴流を随伴させ、安定したスリット流体噴流を形成することを特徴とするスリット流体噴流の安定方法を提供する。

さらに、この出願の発明においては、第2には、前記のスリット流体噴流を安定化させるための装置であって、所定の間隔を隔てて対向した2枚の平板を備え、そのスリットの一方の対向面は平滑であり、他方は複数のX字形の交差溝を有する網目構造を有していることを特徴とするスリ

ット流体噴流の安定化装置を、第3には、流体の流出口において、流体が合流するように網目構造の流路が配置されていることを特徴とするスリット流体噴流の安定化装置を、第4には、交差部背後に発生する剥離渦の再付着点までの長さが、X字形溝によって形成される菱形突起部の一辺の長さ以上であることを特徴とするスリット流体噴流の安定化装置をも提供する。

図面の簡単な説明

図1は、この発明を示した概略図である。

図2は、この発明の流れの構造を示した平面図である。

図3は、この発明の流れの構造を示した平面図である。

図4は、この発明の基本的な概念であるフリップフロップ現象を示した概略図である。

尚、図中の符号は以下のものを示している。

- 1 0 平板
- 1 1 交差溝
- 1 2 バッファー領域
- 1 3 流体供給管
- 1 4 気泡
- 1 5 渦

発明を実施するための最良の形態

一般的には、流体膜の不安定性は、流れの乱れ、すなわち、変動速度成分にあり、流体は必ず変動速度を内包するので、この乱れを除去するのは非常に困難である。

そこで、この出願の発明は、従来の単純なスリット流体噴流に対して、流体力学的な制御をなし、より具体的には、流体の乱れに起因する膜厚の不均一性を均一化するために、スリット流体噴流とフリップフロップ流れの2層構造を有する流体膜の形成を行い、結果として、スリット流体噴流に内包する変動速度成分を継時的に吸収する機構を附加したことに大きな特徴がある。

この発明の発明者らは、この発明に至る過程において、まずははじめに、変動速度をエネルギーとする流体特有の現象を、スリット流体噴流に随伴させれば、安定流体膜は形成されると考え、変動速度成分に起因する物体後流流れに現れるカルマン渦に代表される剥離渦の周期的発生に着目した。

すなわち、物体は千鳥状に配置した流路においては、交差部において流れの半径方向に周期振動を起こすフリップフロップ現象が生じる。このフリップフロップ現象は、変動速度成分を継時的に吸収する機構であり、この変動速度成分を主軸流れの半径方向の周期的振動に転換することで知られている。

そして、この発明の発明者らは、このフリップフロップ現象を実際のスリット流体噴流の安定化に応用し、この発明に至った。

この発明のスリット流体噴流の安定方法について、より具体的には、スリット口から流体を流出させてスリット流体噴流を形成し、このスリット流体噴流にフリップフロップ現象の伴う交差流を重畠し、スリット流体噴流の変動速

度成分エネルギーをフリップフロップ交差流の振動成分に吸収されれば、安定した流体膜が形成される。フリップフロップ交差流は、複数の交差溝により形成されるネットワーク端末によって形成され、噴流を半径方向に周期振動させる。この周期的振動は流体の流れに起因し、流体の吹き出し間の相互作用によって、増幅する。この複数の溝流れ構造は、流体の乱流成分を半径方向の周期的振動成分に変換する。

すなわち、溝によって形成される流路のネットワーク構造は、流体の乱れ成分を制御し、その溝流れの合流点においてフリップフロップ現象を起こし、溝の半径方向に溝流れを周期振動させることになる。

このフリップフロップ交差流に随伴するスリット流体噴流は安定する。それは、スリット流体噴流の液膜の何れかの表面にフリップフロップ現象を伴う噴流が存在すれば、スリット流体噴流の変動成分は噴流のフリップフロップ現象エネルギーに変換されるからである。

この発明のスリット流体噴流の安定化装置は、例えば、図1に例示したものをひとつの態様として示すことができる。

このスリット流体噴流の安定装置は、所定間隔を隔てて対向した2枚の平板(10)よりなり、その一方の内側は平滑であり、他方は複数のX字形の交差溝(11)を有する網目構造を有している。

そして、流体の流出口において、流体が合流するよう網目構造の流路が配置されていることが望ましく、交差部

背後に発生する剥離渦の再付着点までの長さが、X字形溝によって形成される菱形突起部の一辺の長さ以上であることが望ましい。

なお、平板(10)は平面部材が望ましいが、曲面部材でも良く、その場合、その対峙間隔であるクリアランスの等しいことを要件とすることが望ましい。

また、クリアランスの片側に流体のバッファー領域(12)を形成してもよい、流体供給管(13)により供給された流体は、一対の対峙する部材間を流れ、スリット流体噴流として噴出する。

図2は、スリット内側のネットワーク構造を有する部材を平面にして表した図である。ここには流体の流路として複数の溝1a, b, c n および溝2a, b, c n が網目状に設けられている。溝1a, b, c n のそれぞれの溝は、それぞれ平行に等間隔で設けられており、溝2a, b, c n も同様である。

流れの主軸となす角度(A)の複数の溝と角度(-A)の複数の溝は各々対をなして流体が合流して噴出口から流出するよう設けられている。すなわち、流体の入口部(1L)から供給された流体は、出口部(0L)で合流するよう設けられており、合流部分で紙面左右方向の周期的振動成分をもつ流体噴流を作り出す。

図3において、バッファー領域から流体が所定の圧力で供給されているので、流体は溝1cに流体噴流L1aとして流れ、また溝1bから流体噴流L1bとして流れる。そ

して二つの液流は交差路 M 1 で合流する。この合流に伴い流速は加速され、この交差部において流速が最大で圧力が最小になるエネルギー供給点が存在する。この交差部背後に形成される非対称な剥離渦は、エネルギー供給点の影響を受け、時間と共に位置と形を代え、V 1、V 2 の位置（図 4 も参照）に交互に現れる。交互に現れる周期はレイノルズ数とほぼ反比例関係にあるストローハル数に依存する。

この発明の重要な基本原理であるフリップフロップ現象の詳細についてさらに以下に説明する。

このフリップフロップ現象は物体後流の速度変動が周期性を持つことを利用している。例えば、速度 V の流れの中に、物体があるとその物体から互に反対に回転する渦が交互に生じて後方に流されていくため、物体後流の速度変動に周期性が生ずる。この渦の生ずる頻度は、無次元数ストローハル数 $S_t = f L / V$ で与えられる。ここで、f は流体の周期変動現象における周波数、L は流れに垂直な面への物体の投影長さ（一般的には物体形状の有意な長さ、円柱であれば直径）、V は流体の速度である。例えば、風の強い日に電線がヒューとなるのは、この渦が放出される現象である。

一般的にストローハル数は物体形状に依存し、例えば円柱の場合でレイノルズ数 Re が 1,000 ~ 100,000 では、0.2 であることが分かっている。

自然界には、物体後流の渦に周期性がある性質を上手に利用している生物がある。Lighthill [Mathematical Biofl

uid mechanics, Society for Industrial and Applied Mathematics, 1975] は、魚の後方に対角線上に位置して泳いでいるX字形ネットワーク構造をなした魚群は、前方の魚から放出される周期性のある渦流によって前方に移動しようとしている魚群の抗力を減少させるとしている。

特にX字形ネットワーク構造の位置関係は、渦の周期性を維持しなら、そのエネルギーを増大させている。よって、複数の交差溝によって形成されるX字形ネットワーク構造は、この様な自然現象からも有用であると思われる。

次に、図4を用いて、X字形ネットワーク構造の流れにおけるフリップフロップ現象について説明する。Step 1では、X字形ネットワーク構造の右上に起泡(14)が発生し渦が起き始めていることを示している。Step 2は、Step 1から0.3秒経過したものであり、その気泡は大きくなり、渦が増大する。Step 3はStep 2より、さらに0.3秒経過したものであり、この渦は剥離し後方に流れ去ると同時に、X字形ネットワーク構造の右下に渦(15)の発生が観測された。Step 4では、この渦が増大し、Step 5では、その渦が剥離をする。

このように、周期的に渦の剥離が起こり、後流噴出口において噴流を上下に振動させるフリップフロップ現象を起こす。

また、この複数の交差溝により形成されるネットワーク溝内の流れでは、ネットワーク端末に現れる噴流の周期振動現象だけではなく、流体の吹き出し間の相互作用が色々な形で現れる。例えば、ラム効果の発現(薄い固体表面に

生ずる超音波振動)、流れの衝突による剪断層の振動現象、剥離渦による吸引特性、コアンダ効果等が挙げられる。

以下、実施例を示し、さらに詳しくこの発明について説明する。

実施例

実際にこの発明のスリット流体噴流の安定装置を用いて、スリット流体噴流を形成し、そのスリット流体噴流の観察を行った。

その装置は幅1m、溝の角度15度、溝幅2mm、深さ1mm、X字形ネットワーク構造とX字形ネットワーク構造のついてない面とのクリアランスは0.5mmとした。

水を0.5m/sの流速でスリットから噴出させたところ、1000mmにわたって破断のない安定した水膜を形成した。さらには、その水膜厚さは下流においても上流とほぼ同じ厚みであった。このときの水量は30リットル/分であった。

一方、ネットワーク構造のない通常のスリット流体噴流で流量を同じくして実験を行ったところ、破断が20mm近傍で起こると共に、下流に行くに従って水膜の厚みが極端に厚くなった。通常のスリット流体噴流で安定した液膜を1000mm下流まで持続させるには200リットル/分の水が必要であった。

空気を使用し5m/sの流速で水と同じ実験を行った。アルゴンレーザーシートを用いて可視化した。通常のスリ

ット流体噴流では 15mm 下流で破断現象が起き、この発明から噴出したスリット流体噴流では、650mm 下流まで安定した空気膜の形成がみられた。

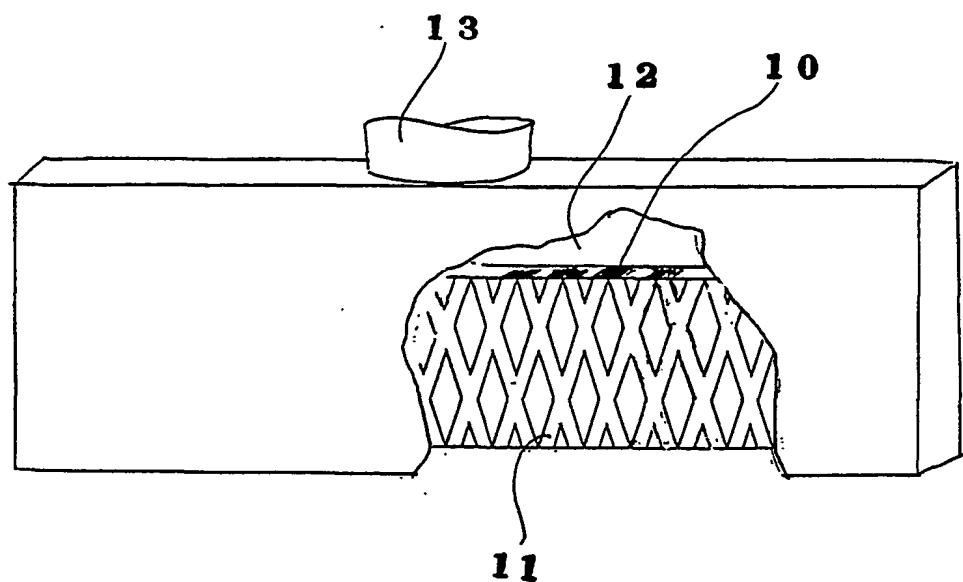
産業上の利用可能性

以上詳しく説明したように、この出願の発明により、噴出口からスリット流体噴流が破断することなく、長距離にわたって安定した流体膜が形成される。

請求の範囲

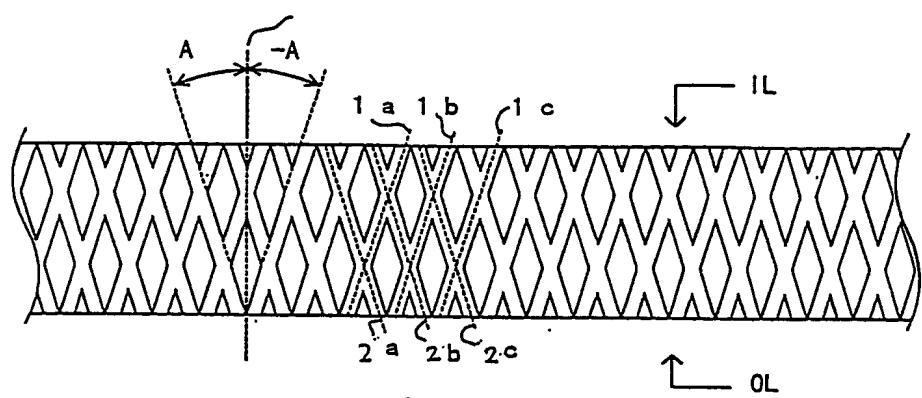
1. スリット流体噴流の片方の表面あるいは両面に、フリップフロップ現象を伴う流体噴流を随伴させ、安定したスリット流体噴流を形成することを特徴とするスリット流体噴流の安定方法。
2. 請求項1のスリット流体噴流を安定させるための装置であって、所定の間隔を隔てて対向した2枚の平板を備え、そのスリットの一方の対向面は平滑であり、他方は複数のX字形の交差溝を有する網目構造を有していることを特徴とするスリット流体噴流の安定化装置。
3. 流体の流出口において、流体が合流するように網目構造の流路が配置されていることを特徴とする請求項2のスリット流体噴流の安定化装置。
4. 交差部背後に発生する剥離渦の再付着点までの長さが、X字形溝によって形成される菱形突起部の一辺の長さ以上であることを特徴とする請求項2または3のスリット流体噴流の安定化装置。

図 1



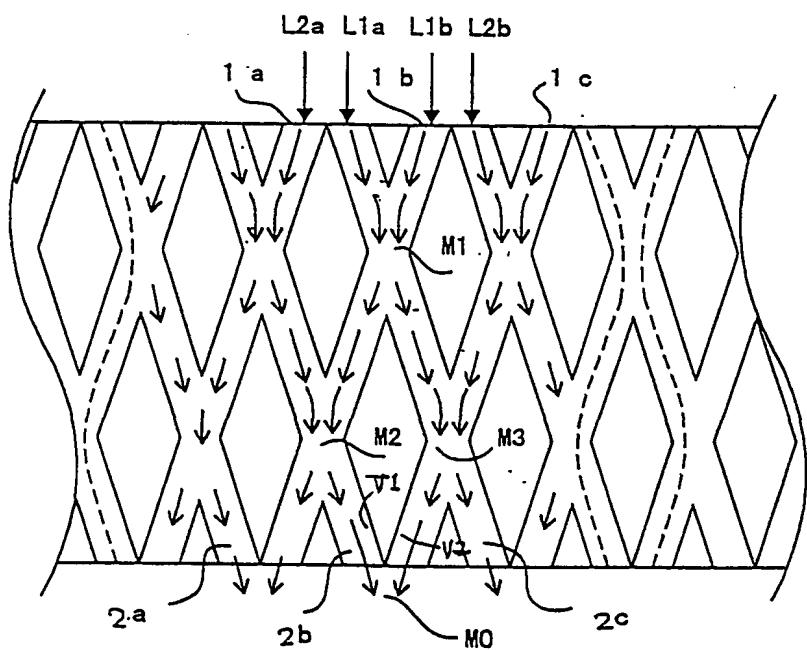
THIS PAGE BLANK (USPTO)

图 2



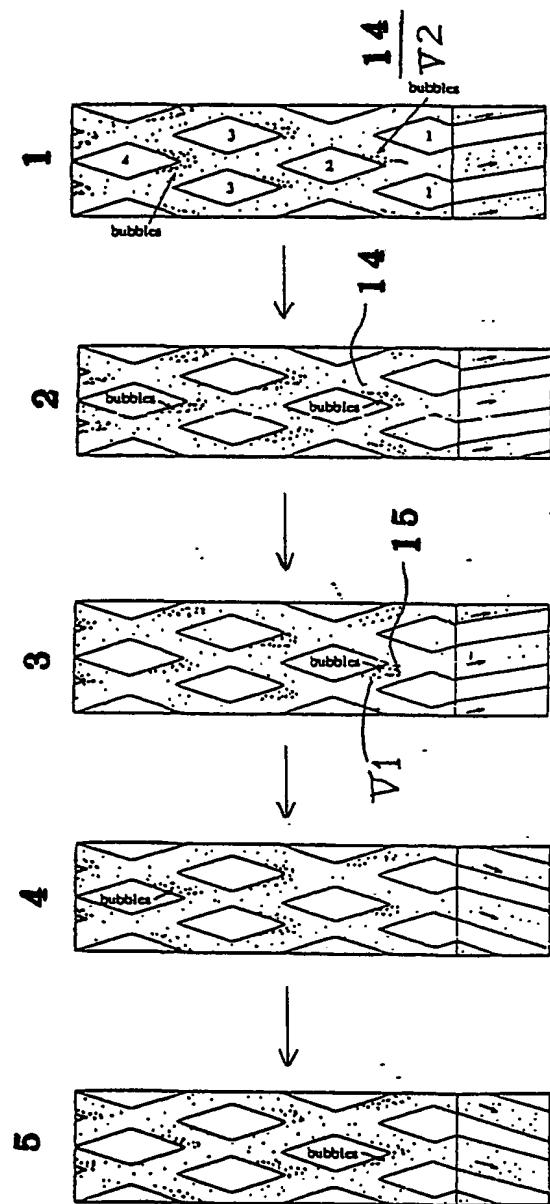
THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 3



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 4



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/02776

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F24F13/02 F24F9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F24F13/02 F24F9/00Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 54-17650 U (Kabushiki Kaisha Asahi Kogyosha), 05 February, 1979 (05.02.79) (Family: none)	1-4
A	JP 2-116794 A (Chugoku Electric Power Co., Inc.), 01 May, 1990 (01.05.90) (Family: none)	1-4

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 July, 2000 (25.07.00)Date of mailing of the international search report
01 August, 2000 (01.08.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1' F24F13/02 F24F9/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1' F24F13/02 F24F9/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 54-17650, U (株式会社朝日工業社), 5. 2 月. 1979 (05. 02. 79) (ファミリーなし)	1-4
A	JP, 2-116794, A (中国電力株式会社), 1. 5月. 1990 (01. 05. 90) (ファミリーなし)	1-4

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25. 07. 00

国際調査報告の発送日

01.08.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小菅 一弘

3M 7816

印

電話番号 03-3581-1101 内線 3375

THIS PAGE BLANK (USPTO)